

Length measuring device

Patent Number: DE4409148
Publication date: 1995-09-28
Inventor(s): FUGMANN WINFRIED DR (DE); LINDNER MATTHIAS DR (DE)
Applicant(s): LEITZ MESTECHNIK GMBH (DE)
Requested Patent: ☐ DE4409148
Application Number: DE19944409148 19940317
Priority Number(s): DE19944409148 19940317
IPC Classification: G01B21/02; G01B21/04; G01B21/00
EC Classification: G01B5/00C1
Equivalents:

Abstract

A distance transducer (5,13,53) can move relative to a scale (50,12,52). A measurement head detects a workpiece on a holder. The distance transducer or the scale is connected to the measurement head or its carrying component via a free lying carrier (10,14,9) for at least one coordinate direction. The carrier has the same coefficient of thermal expansion as the material of the component of the length measurement device (1,2,3) lying in the corresp. coordinate direction and which determines the relative position of the workpiece and measurement head.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 44 09 148 C 2**

⑤① Int. Cl.⁸:
G 01 B 21/02
G 01 B 21/04
G 01 B 21/00

⑳ Aktenzeichen: P 44 09 148.6-52
㉑ Anmeldetag: 17. 3. 94
㉒ Offenlegungstag: 28. 9. 95
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 31. 7. 97

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ **Patentinhaber:**
Leitz Meßtechnik GmbH, 35578 Wetzlar, DE

㉕ **Vertreter:**
Knefel, S., Dipl.-Math., Pat.-Anw., 35578 Wetzlar

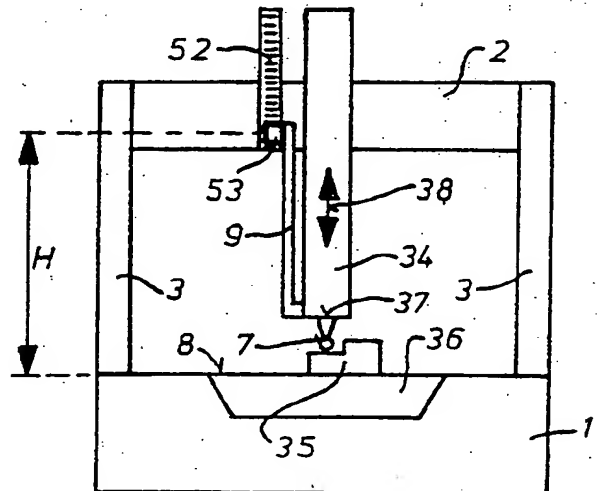
㉖ **Erfinder:**
Fugmann, Winfried, Dr., 35583 Wetzlar, DE; Lindner,
Matthias, Dr., 61231 Bad Nauheim, DE

㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 31 06 701 C2
BREYER, K.H., PRESSEL, H.G.: Auf dem Weg zum
thermisch stabilen Koordinatenmeßgerät. In:
Sonderdruck nach einer Veröffentlichung in OZ
Qualität und Zuverlässigkeit, 36. Jg., 1991/1, Carl
Zeiss, Oberkochen (80-21-048-d);

㉘ **Vorrichtung zur Längenmessung**

㉙ Vorrichtung zur Längenmessung mit wenigstens einem tragenden Bauteil für eine Maßverkörperung und einen relativ zur Maßverkörperung bewegbaren Wegaufnehmer sowie einen Meßkopf zur Antastung eines auf einer Aufnahme angeordneten auszumessenden Werkstückes, dadurch gekennzeichnet, daß der Wegaufnehmer (5, 13, 53) oder die Maßverkörperung (50, 12, 52) für wenigstens eine Koordinatenrichtung über einen freiliegenden Träger (10, 14, 9) mit dem Meßkopf (32) oder dem den Meßkopf (32) tragenden Bauteil verbunden ist und daß der Träger (10, 14, 9) denselben Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie das Material des in der entsprechenden Koordinatenrichtung liegenden, die relative Position von Werkstück und Meßkopf bestimmenden wenigstens einen tragenden Bauteiles (1, 2, 3) der Längenmeßvorrichtung.



DE 44 09 148 C 2

DE 44 09 148 C 2

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Längenmessung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Bei derartigen Vorrichtungen zur Längenmessung tritt das Problem auf, daß Temperatureinflüsse durch Temperaturänderungen der Umgebungstemperatur sich auf die Bauteile der Vorrichtung zur Längenmessung übertragen, wodurch diese ihre Abmessungen ändern. Durch diese Änderungen der Abmessungen bedingt treten Meßfehler, beispielsweise bei der Ausmessung eines Werkstückes auf.

Man unterscheidet drei wesentliche Einflüsse auf die Bauteile der Längenmeßeinrichtung bei einer Temperaturänderung, nämlich

1. den Einfluß der Temperaturänderung auf die Maßverkörperung, beispielsweise auf einen Maßstab, der seine Länge und damit den Abstand der Skalenstriche voneinander oder einer die Skalenstriche verkörpernden Maßverkörperung ändert,
2. eine gleichmäßige Temperaturänderung der tragenden Bauteile des Meßgerätes sowie
3. ungleichmäßige Temperaturänderungen der tragenden Bauteile des Meßgerätes.

Wenn diese Effekte nicht kompensiert oder vermieden werden, verursachen sie scheinbare Maßveränderungen des Werkstückes (Effekt 1) oder eine scheinbare Lageänderung des auszumessenden Werkstückes zum Taster (Effekte 2 und 3). Dies führt insbesondere bei zeitlich längeren Meßläufen zu Meßfehlern, da auch in klimatisierten Räumen stets Resttemperaturänderungen von einigen Zehntel Grad auftreten.

Da die zu messenden Maße des Werkstückes absolut, das heißt bezogen auf eine Referenztemperatur gemessen werden sollen, kann der erstgenannte Temperaturfehler dadurch kompensiert werden, daß man entweder ein temperaturunempfindliches Material als Träger für die Maßverkörperung wählt, die Temperaturen von Werkstück und Maßverkörperung mißt und die entsprechenden Längenveränderungen rechnerisch kompensiert oder indem man das Material des Trägers für die Maßverkörperung so wählt, daß es einen dem Werkstück ähnlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist.

Das letztere Verfahren hat den Vorteil, daß keine zusätzlichen Meßfehler durch die Temperaturmessung eingeführt werden.

Auch der zweite Effekt könnte durch die Temperaturmessung und rechnerische Korrektur der Wärmeausdehnung der betreffenden tragenden Bauteile kompensiert werden. Um jedoch keine Fehler durch eine Temperaturmessung einzuführen, ist es vorteilhaft, die tragenden Bauteile des Meßgerätes von der Auflage des Werkstückes bis zum Taster des Tastkopfes hin aus Materialien mit denselben Wärmeausdehnungskoeffizienten herzustellen, da dann gleichmäßige Temperaturänderungen nicht zu einer scheinbaren Verschiebung zwischen auszumessendem Werkstück und Taster führen.

Aus konstruktiven Gründen, etwa aus Stabilitäts- oder Gewichtsgründen, ist es jedoch oft wünschenswert, verschiedene Materialien für die einzelnen Bauteile der Koordinatenmeßmaschine zu wählen, die demzufolge auch verschiedene Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen. Hier müssen nach dem Stand der Technik komplizierte Korrekturwertermittlungen durchgeführt werden, die den Meßvorgang sehr aufwendig gestalten.

Gemäß der Entgegenhaltung Ziff. 1 (Sonderdruck der Firma Zeiss "Auf dem Wege zum thermisch stabilen Koordinatenmeßgerät" von K.H. Breyer und H.G. Pressel) wird ein Maßstab aus ZERODUR an einem Ende so eingespannt, daß er auf Rollen liegend bei Temperatureinflüssen seine Lage zum Einspannpunkt beibehält. Diese Ausbildung löst nicht das erfindungsgemäße Problem, da der Maßstab an einem tragenden Bauteil befestigt ist, so daß sich bei einer Temperaturänderung die Nullpunktage des Maßstabes verändert. Eine gleichzeitige Lageänderung des Wegaufnehmers ist in dieser Veröffentlichung nicht angesprochen.

Gemäß der Entgegenhaltung Ziff. 2 (DE-PS 31 06 701 C2) wird zwischen den Temperatureinflüssen unterliegenden Teilen (Spindelstock einer Werkzeugmaschine) und dem Maßstab ein Ausgleichsstab für Temperaturveränderungen vorgesehen. Das Material des Ausgleichsstabes und seine Länge sind so gewählt, daß die Temperatureausdehnung des Spindelstockes durch Verschiebung des Maßstabes die Temperatureausdehnung bei der Meßwertablesung korrigieren soll. Abgesehen davon, daß diese Methode schon in sich Probleme birgt, berücksichtigt auch diese Ausbildung nicht eine Temperaturänderung der tragenden Bauteile, so daß auch bei dieser Ausbildung eine Nullpunktverlagerung des Maßstabes relativ zum Wegaufnehmer bei einer Temperaturänderung stattfinden kann. Über die Lage des Wegaufnehmers hierbei sagt diese Vorveröffentlichung nichts aus.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, auch bei Verwendung von Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten für die tragenden Bauteile der Vorrichtung zur Längenmessung, beispielsweise einer Koordinatenmeßmaschine beliebiger Bauart, bei einer Temperaturänderung eine scheinbare Verschiebung (thermische Drift) zwischen dem auszumessenden Werkstück und dem Tastelement zu vermeiden.

Diese Aufgabe wird durch das kennzeichnende Merkmal des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, daß jetzt für die einzelnen Koordinatenrichtungen jeweils ein Träger für den Wegaufnehmer vorgesehen ist, der sich beim Anfahren des Meßpunktes auf dem Werkstück längs der zugeordneten Maßverkörperung (Maßstab) fiktiv oder wirklich mit dem Meßkopf bewegt, und dieser Träger denselben Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie die in gleicher Koordinatenrichtung liegenden tragenden Bauteile der Koordinatenmeßmaschine, kompensiert sich der durch Temperatureinfluß und Ausdehnung der Bauteile hervorgerufene nach dem Stand der Technik auftretende Fehler selbsttätig, und zwar in einem Maße, daß er vernachlässigbar klein bleibt. Der besondere Vorteil dieser Ausbildung ist, daß der Nullpunkt des Maßstabes unabhängig von Temperatureinflüssen auf die tragenden Bauteile mit Bezug auf den Wegaufnehmer seine Lage mit grober Annäherung unverändert beibehält.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung werden also der Aufwand und die Meßfehler, die durch Temperaturmessung und rechnerische Korrektur entstehen, von vornherein vermieden.

Auf der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, und zwar zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Koordinatenmeßmaschine;

Fig. 2 eine Einzelheit der Fig. 1 zur Erläuterung der Wirkungsweise der Erfindung.

Die Koordinatenmeßmaschine weist ein Grundbett (1) auf, an dem mittels Schrauben (42) Stützen (3) befe-

stigt sind. Die Stützen (3) tragen zwischen sich eine Traverse (2). Das Grundbett (1) weist einen Schlitten (36) auf, auf dem das Werkstück (35) angeordnet ist. Wird der Schlitten (36) in Richtung des Pfeiles (4) (X-Richtung) verschoben, kann die Größe der Verschiebung auf einem am Grundbett (1) befestigten Maßstab (Maßverkörperung 50) mit Hilfe eines am Schlitten (36) befestigten Wegaufnehmers (5) erfaßt werden. Das Werkstück (35) wird mit Hilfe eines Tastkopfes (32), welcher wahlweise zur Wirkung bringbare Taster (33) trägt, in einem vorgegebenen Meßpunkt angetastet.

Der Tastkopf (32) ist an einer Pinole (34) befestigt, welche in Richtung des Pfeiles (6) verschiebbar ist. Diese Verschiebung ergibt die Z-Koordinate, beispielsweise auf einer von einem Querschritten (40) getragenen Maßverkörperung (52). Die Pinole (34) trägt hierzu einen Wegaufnehmer (53).

Die Pinole (34) ist zusätzlich mit Hilfe des Querschritzens (40) in Richtung des Pfeiles (55) entlang der Traverse (2) in der Y-Richtung verschiebbar. Diese Querverschiebung kann auf einer von der Traverse (2) getragenen Maßverkörperung (12) mit Hilfe eines mit der Pinole (34) beziehungsweise dem Querschritten (40) verbundenen Wegaufnehmers (13) erfaßt werden.

Da das Grundbett (1), die Stützen (3) sowie die Traverse (2) und insbesondere auch die Pinole (34) aus unterschiedlichen Materialien bestehen können, verlagern sich die Taster (33) mit ihren Tastspitzen relativ zum Werkstück (35), wenn sich die Umgebungstemperatur der Koordinatenmeßmaschine ändert und sich diese Änderung auf die einzelnen Bauteile überträgt, weil diese sich dann bei Verwendung unterschiedlicher Materialien ungleichmäßig ausdehnen. Um derart unterschiedliche Ausdehnungen in den Meßergebnissen zu kompensieren, sieht die Erfindung für die einzelnen Koordinatenmeßeinrichtungen Kompensationsmaßnahmen vor.

In Fig. 2 ist die Koordinatenmeßmaschine schematisch dargestellt. Das Grundbett (1) trägt die Stützen (3), zwischen denen die Traverse (2) angeordnet ist. In der Traverse (2) ist in Richtung des Pfeiles (38) die Pinole (34) verschiebbar. Die Pinole (34) trägt den Taster (7), welcher der Einfachheit halber ohne Meßkopf dargestellt worden ist. Die Pinole (34) besteht aus einem Material mit dem Temperatureausdehnungskoeffizienten α . Die Stützen (3) weisen den Temperatureausdehnungskoeffizienten α' auf. Bei einer Temperaturänderung verschiebt sich deshalb der Wegaufnehmer (53) längs der an der Traverse (2) vorgesehenen Maßverkörperung (52), wenn er unmittelbar mit der Pinole (34) verbunden ist. Das heißt, bei einer Temperaturänderung von der Größe δT ändert sich die Länge H der Stützen (3) zwischen dem Wegaufnehmer (53) und der Oberfläche (8) des Grundbettes (1) bei geringer Werkstückhöhe um den Betrag $\delta H = \alpha' \cdot H \cdot \delta T$. Die Länge der Pinole in demselben Bereich zwischen Wegaufnehmer (53) und Taster (7) ändert sich um $\delta H' = \alpha \cdot H \cdot \delta T$. Das heißt, bei gleicher Temperaturdifferenz und gleichen angenommenen Längen H zwischen Wegaufnehmer (53) und Oberfläche (8) des Grundbettes (1) würde sich ein Meßfehler ergeben in der Größe von $\delta H - \delta H'$, das heißt allein in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der Materialien der Stützen (3) und der Pinole (34).

Um diesen Fehler zu kompensieren, ist am Ende (37) der Pinole (34) ein Träger (9) befestigt, welcher parallel zur Pinole (34) angeordnet ist und nunmehr den Wegaufnehmer (53) trägt. Der Wegaufnehmer (53) ist mit

der Pinole (34) in Richtung des Pfeiles (38) längs der Maßverkörperung (52) in der Z-Richtung verschiebbar. Da der Träger (9) für den Wegaufnehmer (53) gemäß der Erfindung aus demselben Material besteht wie die Stützen (3), sind ihre Temperatureausdehnungskoeffizienten gleich. Damit wird die Differenz $\delta H - \delta H'$ praktisch gleich Null bei geringer Werkstückhöhe. Der Träger (9) ist nur am Ende (37) der Pinole (34) mit der Pinole (34) verbunden.

Entsprechende Maßnahmen können gemäß Fig. 1 für die X-Richtung vorgesehen sein, indem hier der Wegaufnehmer (5) mit Hilfe eines Trägers (10) am Schlitten (36) im Punkt (11) befestigt ist und die Maßverkörperung (50) am Grundbett (1). Für die Querverschiebung der Pinole (34) in der Y-Richtung ist der Wegaufnehmer (13) über einen Träger (14) mit der Pinole (34) beziehungsweise dem Querschritten (40) verbunden und die Maßverkörperung (12) wird von der Traverse (2) getragen.

Mit anderen Worten, die Erfindung läßt sich auf sämtliche drei Koordinatenrichtungen anwenden, wenn jeweils nur ein Träger vorgesehen wird, der denselben Ausdehnungskoeffizienten hat wie das Material der Koordinatenmeßmaschine in der entsprechenden Koordinatenrichtung. Das heißt, der Träger (10) besteht aus demselben Material wie das Grundbett (1), und der Träger (14) besteht aus demselben Material wie die Traverse (2).

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Längenmessung mit wenigstens einem tragenden Bauteil für eine Maßverkörperung und einen relativ zur Maßverkörperung bewegbaren Wegaufnehmer sowie einen Meßkopf zur Antastung eines auf einer Aufnahme angeordneten auszumessenden Werkstückes, dadurch gekennzeichnet, daß der Wegaufnehmer (5, 13, 53) oder die Maßverkörperung (50, 12, 52) für wenigstens eine Koordinatenrichtung über einen freiliegenden Träger (10, 14, 9) mit dem Meßkopf (32) oder dem den Meßkopf (32) tragenden Bauteil verbunden ist und daß der Träger (10, 14, 9) denselben Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie das Material des in der entsprechenden Koordinatenrichtung liegenden, die relative Position von Werkstück und Meßkopf bestimmenden wenigstens einen tragenden Bauteiles (1, 2, 3) der Längenmeßvorrichtung.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 in der Verwendung bei einer Koordinatenmeßmaschine beliebiger Bauart, bei der ein Meßkopf zur Antastung eines auf einer Aufnahme angeordneten Werkstückes vorgesehen ist, der in Richtung wenigstens eines tragenden Bauteiles relativ zum Werkstück in mindestens einer Koordinatenrichtung verschiebbar ist, wobei zur Messung der Größe der Verschiebung für jede Koordinatenrichtung mindestens eine Maßverkörperung und ein relativ zur Maßverkörperung bewegbarer Wegaufnehmer vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Wegaufnehmer oder die Maßverkörperung für wenigstens eine Koordinatenrichtung über einen freiliegenden Träger mit dem Meßkopf oder dem den Meßkopf tragenden Bauteil verbunden ist und daß der Träger denselben Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie das Material des in der entsprechenden Koordinatenrichtung liegenden, die relative

Position von Meßkopf und Werkstück bestimmen den wenigstens einen tragenden Bauteiles der Koordinatenmeßmaschine.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2 in der Verwendung bei einer Koordinatenmeßmaschine, bei der der Meßkopf (32) mit Taster (33) von einer axial verschiebbaren Pinole (34) getragen wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Wegaufnehmer (53) oder die Maßverkörperung (52) mit Hilfe des Trägers (9) mit dem Ende (37) der Pinole (34) verbunden ist und aus einem Material besteht, das denselben Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie die in Richtung der Pinole liegenden, die relative Position von Werkstück und Meßkopf bestimmenden tragenden Bauteile der Koordinatenmeßmaschine.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 in der Verwendung bei einer Koordinatenmeßmaschine, bestehend aus einem das auszumessende Werkstück tragenden Grundbett sowie aus zwei eine Traverse tragenden Stützen als tragende Bauteile, wobei die Traverse eine Pinole trägt, an deren Ende ein Meßkopf mit wenigstens einem Taster angeordnet ist, bei der der Tastkopf mit Taster in den drei Koordinatenrichtungen (X, Y und Z) relativ zum Werkstück meßbar verschiebbar ist, und bei der ferner für die Ermittlung der Größe der Verschiebung des Tasters in den einzelnen Koordinatenrichtungen jeweils mindestens eine Maßverkörperung und ein relativ zur Maßverkörperung verschiebbarer Wegaufnehmer vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß der zugeordnete Wegaufnehmer (13) oder die Maßverkörperung (12) mit Hilfe eines Trägers (14) mit der Pinole (34) verbunden ist oder dem die Pinole tragenden Schlitten oder einer der Stützen und daß der Träger (14) einen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist, der dem Material des Grundbettes (1) entspricht.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei der die Traverse (2) mit Hilfe von Stützen (3) oder der auszumessende Körper relativ zum Meßkopf (32) mit Hilfe eines Schlittens (36) längs des Grundbettes (1) verschiebbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Wegaufnehmer (5) oder die Maßverkörperung (50) mit Hilfe eines Trägers (10) mit einer der Stützen oder mit dem Schlitten (36) verbunden ist und daß der Träger (10) denselben Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist wie das den Schlitten (36) tragende Grundbett (1).

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

- Leerseite -

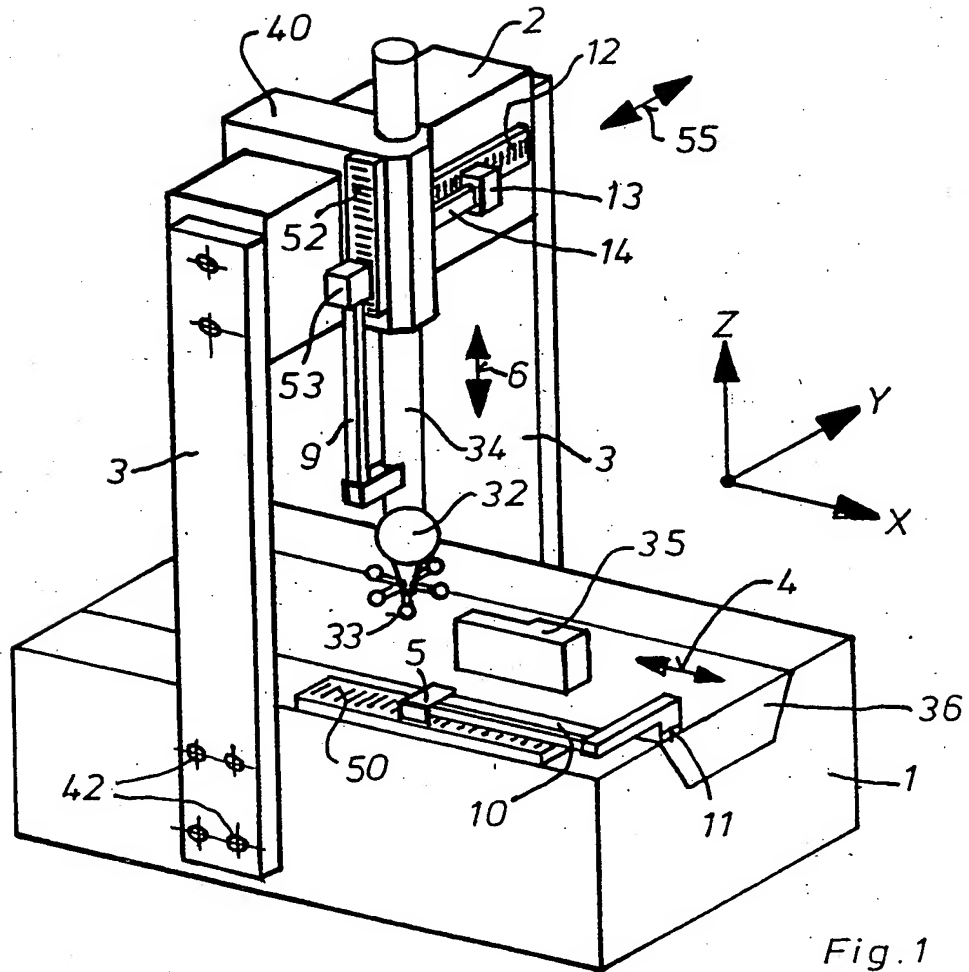


Fig. 1

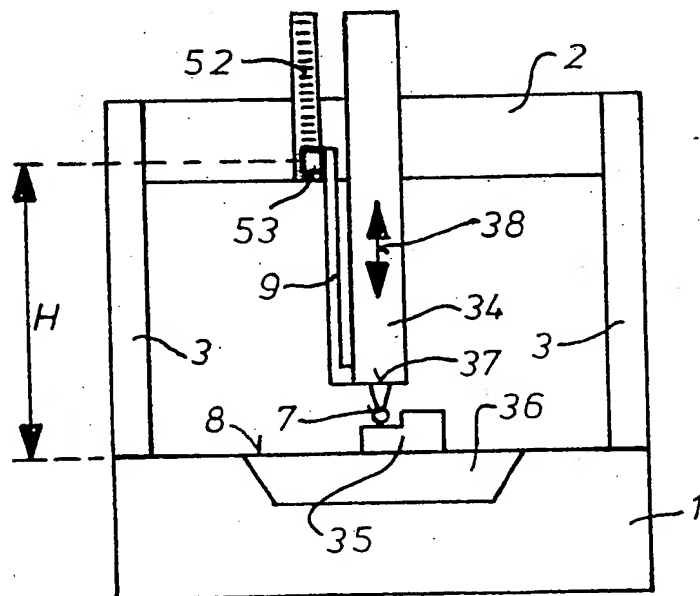


Fig. 2